

C:\Min documentos\Patentes B.S.Pat. Impreg.Madera\Declaración para defensa en EE. UU 11-01-05.doc sin correcciones

Application No. 10/716,000  
Attorney Docket No. 4369-032092

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Application No. : 10/716,000  
Applicant : Julio Burkhard Seeger Stein  
Filed : November 18, 2003  
Title : **ACCELERATED PETRIFICATION PROCESS FOR LIGNOCELLULOSE MATERIALS**  
Group Art Unit : 1762 Confirmation No. : 4205  
Examiner : Kirsten Jolley Customer No. : 28289

**DECLARATION UNDER 37 C.F.R. § 1.131  
SHOWING CONCEPTION AND DILIGENCE  
PRIOR TO MARCH 30, 2001 UNTIL NOVEMBER 29, 2002**

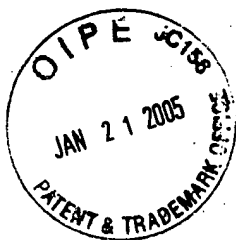
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

I, Julio Burkhard Seeger Stein, hereby declare as follows:

1. I am the named inventor of the invention described and claimed in the above-captioned application.
2. The assignees for the above application are Universidad de Concepcion, Julio Burkhard Seeger Stein, Aserraderos Quelen Quelen S.A., Maderas Impregnadas Preserva Limitada, Barraca y Fabrica de Muebles, and Puertas y Ventanas Silvia Ugarte.
3. I worked from 1995 to obtain the development of the impregnation of wood with boron in an aqueous solution. The object of my work was to take advantage of the beneficial action of this element in the wood - to diminish the attack of fungus and insects and to diminish the flammability (ability to catch fire) of the wood. I also was trying to diminish its watery lixiviation through insolubilization in a later treatment with diverse metallic salts.

(W0162970.1)

BEST AVAILABLE COPY



4. My work was carried out with financing of the Gesellschaft für Internationale Wirtschaftliche Zusammenarbeit of Baden-Württemberg, Germany, for the Chilean Center of Technological Transfer of Concepción, until February of 1996.

5. After this investigation I observed wood fossilized with high contents of silica from a river near the town of Linares. This prompted me to devise methods to petrify the wood with silica and boron or with silica alone in a rapid manner. I also studied the treatment of wood with soluble salts of aluminum that form the insoluble hydroxide inside the wood and the combination of these components with diverse metallic salts in the wood, for example, of alkaline-earth-metals, zinc and copper.

6. These studies were carried out at laboratory scale up to 1999 and promising results were obtained, such as, a drastic decrease of the flammability, a decrease in the insect attack and of the rottenness, a hardening of the wood, and a better dimensional stability with humidity. These results were obtained with the treatment containing both silicates and borates; however, silicates alone showed favorable results.

7. To continue these works to a bigger scale, to build a pilot plant autoclave impregnator, and to be able to finance the rehearsals to that scale, my work was opted to a Project FONDEF of the National Commission for Scientific and Technological Research CONICYT of Chile. The financing for my Project was obtained for two years with the Project FONDEF D99I1061, from 1999 to 2001. Engineer Maria Paulina Caro of CONICYT, in charge of our Project, can attest to these facts at Telephone +56-2-3654583 or +56-2-3654400.

8. In order to qualify for the funding of Project D99I1061, a presentation was given to the VII National Competition of Projects of Research and Development, FONDEF of CONICYT (National Commission of Scientific and Technological Research) of 1999 with the name "Development of a product to diversify the use and to give bigger value to the wood of Pinus Radiata". A copy of excerpts from the presentation brochure is attached as Exhibit A.

9. In the summary and in the general formulation of the Project in Exhibit A, it is expressed with clarity that in 1999 I had already carried out the experiments that demonstrate that the technology of impregnation of wood with silica and boron was already invented by me. What was

(w0162970.1)

carried out later on in the project was to delimit the technology, to impregnate in an industrial scale in a built autoclave, and to study the properties and different uses of the treated wood.

10. The obtained success and the interest demonstrated by the industries allowed my method to be applied to a great quantity of uses, even as part of machines. The properties of the petrified wood were studied in contact with the earth in agriculture, vineyards and fences, in the construction of houses, floors, doors, windows, terraces, bridges, etc. There was created the company STONEWOOD, for the commercialization of the product. The first industrial production of petrified wood made by my invention was as early as 2001 in a small scale for the construction of houses, fences and bridges.

11. The present application claims priority to Chilean Patent Application No. 2746-2002 that was presented to the Chilean Patent Office on November 29, 2002 and was published in the Official Chilean Newspaper, October 10, 2003. A copy of the priority Chilean Patent Application is already of record in the file.

12. The present application was filed in the United States Patent and Trademark Office on November 18, 2003, claiming priority to the aforementioned Chilean Patent Application No. 2746-2002, filed on November 29, 2002.

13. To the best of my knowledge and belief, this invention was not sold or in public use in the United States for one year prior to the date of the above application, nor was it patented or described in a printed publication anywhere prior to that time. Finally, the invention was never abandoned.

14. The herein described activity from 1995 (which is prior to March 30, 2001) until November 29, 2002, which is the effective filing date of the United States patent application, demonstrates the required evidence of conception and diligence.

15. I declare further that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true, and further that these statements are made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States

(w0162970.1)

Code, and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issuing thereon.

Julio Burkhard Seeger Stein  
Julio Burkhard Seeger Stein

January 11<sup>th</sup>, 2005  
Date

(W0162970.1)

- 4 -

BEST AVAILABLE COPY

*Frankland Paez*

## SEPTIMO CONCURSO NACIONAL DE PROYECTOS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

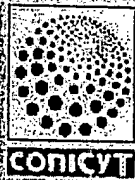
**FONDEF**

FOMENTO AL  
DESARROLLO  
CIENTIFICO Y  
TECNOLOGICO

### FORMULARIO DE PRESENTACION

**Desarrollo de Productos para Diversificar el  
Uso y dar Mayor Valor a la Madera de Pinus  
radiata.**

Este proyecto fue aprobado, se le asignó la sigla  
D9911061 y comenzó a realizarse desde el año 1999. Se  
financió por 24 meses.



La evaluación de los proyectos se efectuará usando las presentaciones hechas  
por las instituciones responsables, sobre la base de estos formularios.  
Estos deberán ser completados de acuerdo a las especificaciones establecidas  
en las bases del concurso, en los formularios de presentación y en la guía de  
procedimientos.

REST AVAILABLE COPY

## 2. FORMULACION GENERAL DEL PROYECTO

### 2.1 DELIMITACION DEL PROBLEMA U OPORTUNIDAD A ABORDAR

Los bosques existentes en Chile abarcan 15.6 millones de hectáreas y ocupan el 20.8% del territorio; de esta superficie, 13.4 millones de hectáreas corresponden a bosque nativo y 3.6 millones corresponden a reñovales. La cosecha de madera de la especie predominante, *Pinus radiata*, está aumentando fuertemente, dado el crecimiento que experimentaron durante los últimos 20 años las plantaciones. El año 2006 la cosecha anual se estabilizará en aprox. 60 mil hectáreas por año. Es por ello que existe un gran interés por buscar usos alternativos a los actuales de la madera proveniente de las plantaciones de pino, que permitan aprovechar racional y masivamente este recurso. Además, dada la fuerte competencia internacional a la que están sometidos los productos nacionales, es imprescindible para el país buscar nuevos mercados y desarrollar productos innovativos, para obtener productos de mayor valor agregado.

Los principales inconvenientes de la madera, si se la desea utilizar para fines estructurales y constructivos, son su falta de estabilidad dimensional frente a condiciones cambiantes de humedad ambiental, su escasa durabilidad natural y sus características combustibles. En el caso de la madera de pino radiata estas características negativas se ven acentuadas, debido a su baja densidad y la baja concentración de determinados compuestos extraíbles, que le otorgan resistencia a la madera frente a patógenos (hongos e insectos). Existen ciertas especies como alerce, roble y coigüe que son por naturaleza resistentes a estos ataques, mientras que otras, entre ellas el pino radiata, se deterioran rápidamente. La estructura y composición de la madera y su baja densidad explican, por otra parte, su naturaleza combustible, que limita su uso en aplicaciones determinadas.

En función de lo anterior, se desarrollaron preservativos químicos de madera, los que se utilizan comúnmente para mejorar la durabilidad de la madera y si se aplican adecuadamente, pueden aumentar la vida útil de la madera en un factor de cinco a diez veces. Clasificados como pesticidas, los preservativos químicos controlan el ataque de hongos e insectos; los más utilizados son sales de cobre-cromo-arsénico (CCA), creosota y compuestos fenólicos halogenados (pentaclorofenol, tribromofenol, e.o.). Aunque la efectividad de estos productos varía según el tipo de preservación deseada, ninguno le confiere a la madera características ignífugas. Además, estos compuestos presentan otros problemas: cambian el color natural de la madera; presentan, por lo general, problemas de lixiviación y los compuestos que contienen son altamente tóxicos. Este último aspecto es el de mayor cuidado, si se considera que las restricciones ambientales en los mercados internacionales son cada día más exigentes, debido al desecho de las personas de optar por alternativas que sean amigables con la salud y el medioambiente. Según la EPA, los compuestos CCA, están clasificados como pesticidas de uso restrictivo, lo que significa que estos químicos están para la venta y uso únicamente de impregnadores autorizados o personas bajo su supervisión directa; el uso de pentaclorofenol, por otra parte, está prohibido en muchos países de Europa central debido a su toxicidad, su característica de ser fuente de dioxinas durante su combustión y la contaminación del agua y del aire asociados a su aplicación. Un estudio reciente del centro Eula demuestra las altas concentraciones de pentaclorofenol en el río Bio Bio y sus afluentes. Los residuos de madera impregnada con los preservantes descritos son considerados residuos peligrosos en países desarrollados.

Este proyecto se basa en los resultados alcanzados en un trabajo de investigación desarrollado durante los últimos 4 años por el Prof. Burkhardt Seeger, investigador de la Facultad de Ciencias Químicas y profesor emérito de la Universidad de Concepción. El principio del proceso, desarrollado a escala de laboratorio, se basa en una simulación acelerada del proceso que se observa en la naturaleza, que ocasiona una petrificación de la madera. Los resultados demuestran fehacientemente que al impregnar madera de *Pinus radiata* con determinados compuestos químicos inorgánicos inocuos, el material adquiere características ignífugas y de resistencia al ataque de hongos e insectos insospechadas, logrando también un aumento de densidad, dureza y menos dilatación radial con la humedad, sin alterar su color natural. Los reactivos principales que se utilizan son compuestos en base a boro y silicio. A través de condiciones de operación adecuadas se logra obtener un producto estable.

El proyecto plantea el desarrollo de tres productos específicos en base al innovativo principio de impregnación desarrollado, potenciando el mejoramiento sustantivo de las características ignífugas, la resistencia al ataque de hongos e insectos y la mayor dureza de la madera. La madera de pino modificada encontrará aplicación en aquellas áreas, donde tales propiedades permitan ampliar el ámbito de aplicación actual y obtener un mayor valor agregado para la madera. Específicamente el proyecto plantea el desarrollo de productos para la fabricación de pisos, la protección de madera expuesta directamente a la intemperie y en contacto con la tierra (polines, postes y casas de tronco) y la elaboración de revestimiento para exteriores, ventanas, puertas y muebles. Para ello será necesario conocer con mayor profundidad desde una perspectiva química, analítica y morfológica la forma en que penetra, se distribuye y reaccionan los impregnantes y la madera; escalar la tecnología de impregnación a escala piloto-industrial y optimizar el proceso para cada aplicación a desarrollar; y desarrollar la aplicación de los productos teniendo presente consideraciones técnicas, de mercado y normativas.

## 1.7 RESUMEN DEL PROYECTO

### 1.7.1 CASTELLANO

**TÍTULO:** Desarrollo de productos y procesos para diversificar el uso y dar mayor valor a la madera de Pinus radiata.

El proyecto plantea desarrollar los conocimientos científicos y tecnológicos que sustenten un proceso innovativo de modificación de madera de Pino radiata, con el fin de mejorar sus características físico-mecánicas, ignífugas y resistencia ante patógenos, preservando su inocuidad frente al ser humano y la naturaleza.

El proyecto se basa en los resultados alcanzados en un trabajo de investigación desarrollado durante los últimos 4 años en la Universidad de Concepción. El principio del proceso se basa en una simulación acelerada del proceso que se observa en la naturaleza, que ocasiona una petrificación de la madera. Los resultados demuestran que al impregnar madera de Pinus radiata con determinados compuestos químicos inorgánicos inocuos, el material adquiere características ignífugas y de resistencia al ataque de hongos e insectos, logrando también un aumento de densidad y dureza, sin alterar su color natural.

El presente proyecto plantea el desarrollo de tres productos, potenciando el mejoramiento sustantivo de las características ignífugas, la resistencia al ataque de hongos e insectos y la mayor dureza superficial de la madera. La madera de pino modificada encontrará aplicación en aquellas áreas, donde tales propiedades posibiliten ampliar el ámbito de aplicación actual y obtener un mayor valor agregado para la madera. Específicamente el proyecto plantea el desarrollo de productos para la fabricación de pisos, la protección de madera expuesta directamente a la intemperie y en contacto con la tierra (polines, postes y casas de tronco) y la elaboración de revestimiento para exteriores, ventanas, puertas y muebles. Para ello será necesario conocer con mayor profundidad desde una perspectiva química, analítica y morfológica la forma en que penetra, se distribuye y reaccionan los impregnantes y la madera; escalar la tecnología de impregnación a escala piloto y optimizar el proceso para cada aplicación a desarrollar; y desarrollar la aplicación de los productos teniendo presente consideraciones técnicas, de mercado y normativas.

El trabajo será ejecutado durante tres años por un grupo de investigadores de diversas disciplinas, pertenecientes a tres unidades de la Universidad de Concepción. El grupo de trabajo del Prof. Burkhard Seeger, del Departamento de Química Analítica e Inorgánica de la Facultad de Ciencias Químicas; la División de Transferencia Tecnológica y la Unidad de Desarrollo Tecnológico. Además el proyecto cuenta con el apoyo del Otto Graf-Institut, instituto líder en ciencia y tecnología de la madera en Alemania, y cuatro empresas productivas nacionales, de reconocida competencia, cuyos productos son exportados a Europa y Latinoamérica.

BEST AVAILABLE COPY

#### 2.2.4.-Proceso de petrificación acelerada.

Este proceso fue inventado por el profesor Dr. Burkhard Seeger de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Concepción. La idea se gestó cuando el profesor trabajaba en una investigación relacionada con la industria del cobre, analizando los polvos residuales del proceso de fundición. La idea se basa en una simulación acelerada del proceso que se observa en la naturaleza, que ocasiona una petrificación de la madera: una amplia variedad de minerales que incluyen sílica, silicatos, carbonatos, sulfatos, sulfuros, óxidos y fosfatos disueltos en agua e introducidos en la madera y luego, con el paso del tiempo (10 a 40 millones de años), en un proceso químico complejo son fijados a la estructura de la madera.

El proceso consiste en la introducción en la madera de sales  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  y otras:  $2\text{SiO}_2$  u óxidos de silicio y boro ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$ ), a través de un proceso controlado de vacío, presión y temperatura, las que son fijadas a la pared celular de la madera por reacción con sustancias como ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ), borax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ), trióxido de boro ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ), borato de amonio ( $(\text{NH}_4)_2\text{O} \cdot 5\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ) o borato de potasio ( $\text{K}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ).

Lo que se ha buscado con este proceso es mejorar la durabilidad de la madera y entregarle características de resistencia al fuego, pero además se ha encontrado (sin buscarlo) que la madera tratada aumenta su densidad y dureza; haciendo ideal el proceso para tratar madera de pino radiata por ejemplo, que debido a su rápido crecimiento es una madera muy blanda. Con este proceso se elimina tal desventaja, por lo que se podría construir casas muy seguras de pino, con una vida útil tres veces superior a las actuales.

El trabajo del profesor Seeger en este tema, se ha desarrollado desde hace cuatro años, y los resultados obtenidos demuestran fehacientemente que al impregnar madera de pino radiata con compuestos químicos inorgánicos inócuos, la madera adquiere características de resistencia al fuego y resistencia al ataque de hongos e insectos; logrando también un aumento de densidad y dureza, sin alterar el color natural de la madera.

##### Resistencia al fuego.

En Alemania se realizaron algunas pruebas de resistencia al fuego a muestras llevadas por el profesor Seeger desde Chile. Las muestras eran de madera de pino radiata impregnada con la formulación desarrollada. El ensayo de resistencia al fuego consiste en medir la distancia dañada ("quemada") por el fuego directo de un quemador de gas desde la base al tope de una muestra colocada verticalmente, durante un determinado lapso de tiempo. Por ejemplo, si se toma una tabla de 1 metro de largo y se ubica en forma vertical, colocando en la base de la tabla el fuego directo, se dice que la tabla tiene características ignífugas si el daño causado por el fuego afecta hasta 85 centímetros de la tabla medidos desde la base hacia el tope. Los resultados de los ensayos de resistencia al fuego que se realizaron a las muestras tratadas por el método de petrificación acelerada, mostraron que el daño causado por el fuego sólo llegó hasta 65 centímetros medidos desde la base, para muestras de 1 metro de largo; además se pudo comprobar que la madera tratada no arde, sólo se carboniza un poco en la superficie. Por lo tanto, con estos ensayos ratificaron las experiencias realizadas en Chile y confirmaron que la madera de pino radiata tratada con el nuevo método de impregnación es totalmente ignífuga.

##### Resistencia al ataque de hongos e insectos.

Los ensayos de resistencia al ataque de hongos e insectos, como son: el hongo de la mancha azul, el hongo de la pudrición, termitas y roedores, pueden llevarse a cabo de dos formas. La primera consiste en enterrar estacas de madera directamente en la tierra e ir midiendo semanal o mensualmente la pérdida de peso de las probetas y los cambios de color que ellas experimentan. El segundo método es más rápido y consiste en sembrar en las probetas de madera determinadas cepas, según lo que se quiera evaluar, simulando las condiciones climáticas adecuadas para favorecer el ataque de los hongos. También en este caso se mide la pérdida de peso de las probetas y sus cambios de color. Los resultados de los ensayos, realizados en el laboratorio del profesor Seeger, de resistencia al ataque de hongos de pudrición realizados a probetas de madera de pino radiata tratadas con el método de impregnación de petrificación acelerada mostraron que la madera impregnada no es atacada por el hongo. En efecto, después de cuatro semanas, las probetas impregnadas no habían variado de peso y las probetas testigos (madera de pino radiata sin tratamiento) registraban una pérdida de peso del 1%. La diferencia es más clara en cuanto al color; si se observa la parte de las probetas que está en contacto directo con la tierra, se aprecia que las probetas tratadas no cambian su color, en cambio las probetas sin tratamiento tienen un color oscuro (negro) lo que evidencia el ataque de hongos.

##### Dureza.

Para realizar un ensayo de dureza, se seleccionaron muestras de madera de pino radiata que habían sido impregnadas con el método de petrificación acelerada buscando desarrollar las características de resistencia a la pudrición y a los hongos. El ensayo se realizó bajo la norma Nch 978, con probetas de  $50 \times 50 \times 150 \text{ mm}^3$ . El ensayo consistió en hacer penetrar una semiesfera de 11.3 mm de diámetro, a una velocidad de 6 mm/min en las caras radiales y tangenciales de las probetas, registrando la carga máxima. Los resultados fueron los siguientes:

Muestra	Dureza tangencial*kgf	Dureza radial*kgf
Pino radiata tratado	623.7	532.7
Pino radiata sin tratamiento	228.4	237.6

Los resultados muestran un aumento de dureza de 150% en las probetas tratadas con respecto a las testigos. Este aumento de dureza se debe a que el compuesto de impregnación ocupa las cavidades de la madera que estaban vacías, provocando una mayor resistencia a la penetración y el rayado de la madera.



1.7.2 INCL.ES

Development of products and processes to diversify the use and to give greater value to *Pinus radiata* wood

The project aims to develop the technological and scientific knowledge that sustain an innovative modification process of the *Pinus radiata* wood, in order to improve its physicomechanical, ignition and pathogen resistance characteristics, preserving innocuousness to human being and nature.

The project is based on the results obtained from research works developed during the last four years at the University of Concepción. The initiation of the process is based in an accelerated simulation of the process observed in the nature which causes petrification of wood. The results show that when *Pinus radiata* wood is impregnated with some innocuous chemical inorganic compounds, the material acquires ignition and fungi resistance characteristics, achieving also density increase and hardness without changing its natural color.

The present project aims to develop three products, strengthening the substantive improvement of the ignition characteristics, resistance to fungi and insects attack and greater superficial hardness of the wood. The modified pine wood will find application in areas where these properties make possible to expand the actual application area and obtain a higher aggregated value of the wood. The project aims specifically to develop products for the fabrication of floors, protection of wood exposed directly outdoors and in contact with earth (rollers, posts and trunk houses) and exterior coating, windows, doors and furnitures. For this reason, it is necessary to know deeply from a chemical, analytical and morphological perspective how the adhesives and wood are penetrated, distributed and how they react; to scale impregnation technology at a pilot level and to improve the process for each application, and to develop the application of the products taking into account market and normative techniques.

This work will be executed during three years by a multidisciplinary research group from three units of the University of Concepción. Prof. Burkhard Seeger's research group from the Department of Chemistry, Faculty of Chemical Sciences; The Division of Technological Transfer and the Unit of Technological Development. The project also counts with the support of Otto-Graf-Institut, an institute leader in science and technology of wood in Germany, and four national productive companies whose products are exported to Europe and Latin America.

BEST AVAILABLE COPY

## 2. GENERAL FORMULATION OF THE PROJECT

### 2.1 DELIMITATION OF THE PROBLEM OR OPPORTUNITY to APPROACH

.....  
.....  
.....

This project is based on the results reached in an investigation work developed during the last 4 years by Prof. Burkhard Seeger, investigator in Chemical Sciences and Professor of the University of Concepción, Chile. The principle of the process, developed to laboratory scale, is based on a quick simulation of the process that is observed in the nature that causes a petrification of the wood. The results demonstrate convincingly that when impregnating wood of *Pinus radiata* with certain innocuous inorganic chemical compounds, the material acquires fireproof characteristic and resistance to the attack of fungus (rottenness) and insects (termites and others), also achieving an increase of density, hardness and less radial dilation with the humidity, without altering its natural color. The main reagents that are used are based on boron and silicon. Through appropriate operation conditions it is possible to obtain a stable product.

The project outlines the development of three specific products based on the innovative principle of impregnation, fireproof characteristics, the resistance to the attack of fungus and insects and the increased hardness of the wood. The modified *Pinus* wood will find application in those areas, where such properties facilitate to enlarge the environment of current application and to obtain a bigger value added for the wood.

Specifically the one project outlines the development of products for the production of floors, the exposed wooden protection directly to the bleakness and in contact with the earth (poles, posts and trunk houses) and the lining elaboration for external, windows, doors and furniture. For it will be necessary to know with more depth from a chemical, analytic and morphological perspective, the form of penetration, its distribution and the reaction of the used substances for impregnation and the wood; to climb the technology of impregnation to pilot-industrial scale and to optimize the process for each application to develop; and to develop the application of the products having present technical considerations, of market and normative.

**BEST AVAILABLE COPY**

#### 2.2.4. - Process of quick petrification.

.....

.....

The process consists on the introduction in the wood of salts  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  and others:  $\text{SiO}_2$  or silicon oxides and boron ( $\text{Na}_2\text{O}:\text{B}_2\text{O}_3$ ), through a controlled process of vacuum, pressure and temperature, those that are fixed to the cellular wall of the wood by reaction with substances like boric acid ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ), borax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ), boron trioxide ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ), ammonium borate ( $(\text{NH}_4)_2\text{O}:\text{B}_2\text{O}_3:\text{N}:\text{H}_2\text{O}$ ) or borate of potassium ( $\text{K}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ).

What has been looked for with this process is to improve the durability of the wood and to give the wood characteristics of resistance to the fire, but (without looking for it) the treated wood increases its density and hardness; making ideal the process to treat wood of *Pinus radiata* for example that is a very soft wood due to their quick growth. With this process such a disadvantage is eliminated, and one can build very sure houses of pinus, with a useful life three times superior as the constructed with non treated wood.

The professor Seeger's work in this topic, has been developed for four years and the obtained results demonstrate convincingly that when impregnating wood of *Pinus radiata* with the non toxic inorganic chemical compounds, the wood acquires characteristic of resistance to the fire and resistance to the attack of fungus and insects, also achieving an increase of density and hardness, without altering the natural color of the wood.

##### Resistance to the fire.

In Germany they were carried out some resistance tests to the fire with samples taken by the professor Seeger from Chile. The samples were wood of *Pinus radiata* impregnated with the developed formulation. The resistance rehearsal to the fire consists on measuring the damaged distance ("burnt") for the direct fire of a burner of gas, from the base to the end of a sample placed vertically, during a certain lapse of time. For example, if a chart 1 meter long is located in vertical form, placing in the base of the chart to the direct fire, it is said that the chart has fireproof characteristics if the damage caused by the fire affects until 85 centimeters of the chart measured from the base toward the end. The results of the resistance rehearsals to the fire that were carried out to the samples tried by the method of quick petrification, showed that the damage caused by the fire only arrived until 65 centimeters measured from the base, for samples 1 meter long; it could also be proven that the treated wood doesn't burn, it is only carbonized a little on the surface. Therefore, with these rehearsals they ratified the experiences carried out in Chile and they confirmed that the wood of *Pinus radiata* tried with the new method of impregnation is completely fireproof.

##### Resistance to the attack of fungus and insects.

The resistance rehearsals to the attack of fungus and insects, like they are: the fungus of the blue stain, the fungus of the rottenness, termites and rodents, they can be carried out in two ways. The first one consists on to bury wooden stakes directly in the earth and to go measuring weekly or monthly the loss of weight of the test samples and the color changes that they experience. The second method is quicker and it consists on sowing in the test glasses certain wooden stumps, according to what is wanted to evaluate, simulating the appropriate climatic conditions to favor the attack of the fungus. Also in this case it is measured the loss of weight of the tested wood and their color changes. The results of the rehearsals, carried out in the Professor Seeger's laboratory, of resistance to the attack of fungus rottenness carried out with *Pinus radiata* wood tried with the method of impregnation of quick petrification showed that the impregnated wood is not attacked by the fungus. Indeed, after four weeks, the impregnated wood had not varied of weight and the witness wood (wood of *Pinus radiata* without treatment) registered a loss of weight of 1%. The difference is greater for the color; if

one observes the part of the test tubes that is in direct contact with the earth, it is appreciated that the treated test wood don't change their color, on the other hand the test wood without treatment has a dark color (black) what evidences the attack of fungus.

#### Hardness.

To carry out a rehearsal of hardness, wooden samples of *Pinus radiata* were selected that had been impregnated with the method of quick petrification looking for to development of resistance characteristic to the rottenness and the fungus. The rehearsal was carried out under the norm Nch 978, with test wood of 50 x 50 x 150 mm. The rehearsal consisted on making penetrate a semisphere of 11.3 mm of diameter, to a speed of 6 mm/min in the radial and tangential faces of the test wood samples, registering the maximum load. The results were the following ones:

	Hardness tangential kgf	Hardness radial kgf
Pinus treated radiata	623.7	532.7
Pinus radiata without treatment	228.4	237.6

The results show an increase of hardness of 150% in the test tubes tried with regard to the witness. This increase of hardness is due to that the made up of impregnation occupies the cavities of the wood that were empty, causing a bigger resistance to the penetration and the lined of the wood.